

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-227319

(43)Date of publication of application : 15.08.2000

(51)Int.Cl.

G01B 11/30
G01N 21/956

(21)Application number : 11-339759

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1999

(72)Inventor : WATANABE NOBUYUKI
MINAMI TAKESHI

(30)Priority

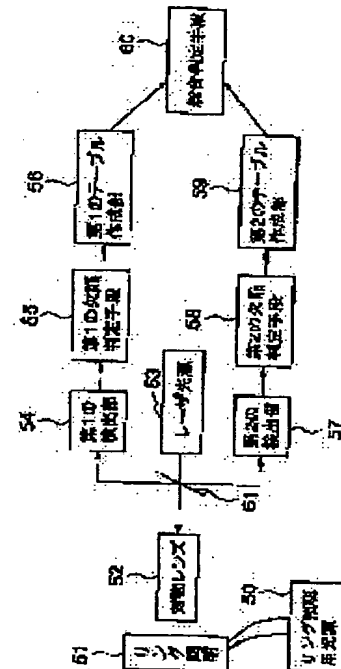
Priority number : 10339335 Priority date : 30.11.1998 Priority country : JP

(54) DEFECT DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a defect detector capable of accurately detecting the defects without registering in advance the bump position on design data and the number of total bumps.

SOLUTION: In a defect detector detecting defect positions in an inspection object by using a plurality of (first and second, here) image measuring means and measuring, the first (second) image measuring means is provided with the first (second) defect judging means 55 (58) inspecting each inspection object and the first (second) table forming part 56 (59) correlating the state of each inspection object already inspected and ID information indicating the position of each inspection object. The detector also has an integral judging means 60 correlating each inspection result of the first and the second image measuring means based on the ID information indicating the position of each inspection object and integrally judging the defects.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-227319

(P2000-227319A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 0 1 B 11/30

G 0 1 B 11/30

A

G 0 1 N 21/956

G 0 1 N 21/956

B

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-339759

(22) 出願日 平成11年11月30日 (1999. 11. 30)

(31) 優先権主張番号 特願平10-339335

(32) 優先日 平成10年11月30日 (1998. 11. 30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 渡辺 伸之

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 南 剛

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

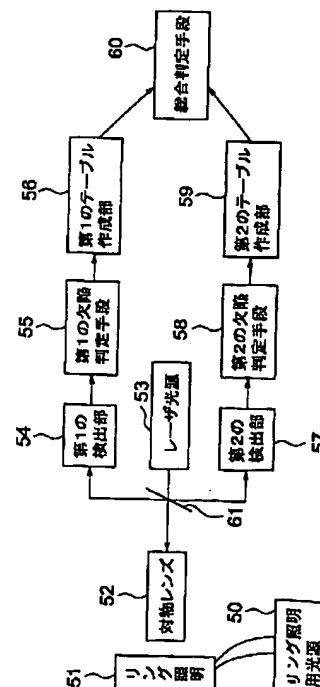
弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 欠陥検出装置

(57) 【要約】

【課題】設計データ上のバンプ位置やバンプ全体の個数を予め登録することなしに、欠陥の検出を高精度に行なうことができる欠陥検出装置を提供する。

【解決手段】複数（ここでは第1、第2）の画像測定手段を用いて測定を行うことにより検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置において、第1（第2）の画像測定手段は、少なくとも一方向に対して所定の規則で配列された複数の検査対象について、各検査対象の検査をする第1（第2）の欠陥判定手段55（58）と、検査がなされた各検査対象の状態と、各検査対象の位置を表わすID情報とを対応付けて記憶する第1（第2）のテーブル作成部56（59）とを具備し、第1、第2の画像測定手段のそれぞれの検査結果を、各検査対象の位置を表わすID情報に基づいて対応させ、総合的に欠陥を判定する総合判定手段60を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画像測定手段を用いて測定を行うことにより検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置において、

前記複数の画像測定手段はそれぞれ、少なくとも一方向に対して所定の規則で配列された複数の検査対象について、各検査対象の検査をする検査手段と、検査がなされた各検査対象の状態と、各検査対象の位置を表わすID情報とを対応付けて記憶する記憶手段と、を具備し、

前記複数の画像測定手段のそれぞれの検査結果を、各検査対象の位置を表わすID情報に基づいて対応させ、総合的に欠陥を判定する判定手段を有することを特徴とする欠陥検出装置。

【請求項2】 前記複数の画像測定手段はそれぞれに、検査、判定手段を持ち、各検査対象の状態に応じて、各検査対象をクラス分けするクラス分け手段を持ち、各検査対象の位置を表すID情報とを対応付けて記憶することを特徴とする請求項1記載の欠陥検出装置。

【請求項3】 前記複数の画像測定手段は各々測定のための光学系を有し、各光学系は、前記検査対象に関連して設けられた共通の対物レンズを有することを特徴とする請求項1記載の欠陥検出装置。

【請求項4】 前記共通の対物レンズを透過した反射光を、各光源の波長帯域に基づいて分離する分離手段を有し、分離された反射光は前記複数の画像測定手段のそれぞれの検出部に導かれることを特徴とする請求項3記載の欠陥検出装置。

【請求項5】 所定の規則で縦及び横方向に配置された複数の検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置であって、

所定の方法により複数の検査対象を検索する検索手段と、

検索された複数の検査対象から選択された、所定距離離れた2つの検査対象を結ぶ基準線と、検査対象間の距離に関する設計値とに基づいて仮想的な格子線を作成して、この格子線の各交点上に検査対象が存在するか否かにより欠陥位置を検出する検出手段と、を具備することを特徴とする欠陥検出装置。

【請求項6】 所定の規則で縦及び横方向に配置された複数の検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置であって、

所定の方法により複数の検査対象を検索する検索手段と、

検索された複数の検査対象から選択された、所定距離離れた2つの検査対象を結ぶ基準線と、この基準線長を前記基準線間に存在するバンプの個数-1で割ることにより求めた各検査対象間の距離とに基づいて仮想的な格子線を作成して、この格子線の各交点上に検査対象が存在するか否かにより欠陥位置を検出する検出手段と、

を具備することを特徴とする欠陥検出装置。

【請求項7】 所定の規則で縦及び横方向に配置された複数の検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置であって、

所定の方法により複数の検査対象を検索する検索手段と、

検索された複数の検査対象から選択された、所定距離離れた2つの検査対象を結ぶ基準線と、検査対象間の距離に関する設計値とに基づいて仮想的な格子線を作成し、各検査対象の位置座標を、この検査対象位置から最も近くに位置する格子線の交点が有する行列番号で置き換え、当該行列番号位置に検査対象が存在するか否かに基づいて欠陥位置を検出する検出手段と、を具備することを特徴とする欠陥検出装置。

【請求項8】 前記複数の検査対象が千鳥配列をなして設けられており、この千鳥配列が奇数列/行であるかあるいは偶数列/行であるかにより、それぞれ別々に前記仮想格子線を作成して検査対象の欠陥位置を検出することを特徴とする請求項5, 6, 7のいずれか1つに記載の欠陥検出装置。

【請求項9】 前記複数の検査対象が千鳥配列をなして設けられており、前記検出手段が検出する前記格子線の交点として、奇数行に関しては奇数列(又は偶数列)、偶数行に関しては偶数列(又は奇数列)との交点を用いることを特徴とする請求項5, 6, 7のうちいずれか1つに記載の欠陥検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は欠陥検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、例えば基板上に形成された検査対象としてはんだバンプ(以下、単にバンプと呼ぶ)の欠陥を検出する欠陥検出装置が知られている。

【0003】このような欠陥検出装置においては、特開平8-203972号公報に開示されているように、実測により得られた検査情報と、あらかじめ記録されている設計情報とを比較したり、バンプの数を測定値と設定値との間で比較することにより欠陥の検出を行なっている。

【0004】また、従来の欠陥検出装置では、2次元情報を測定するセンサーと3次元情報を測定するセンサーを別ステーションに設け、2次元形状情報と3次元形状情報を基に欠陥検査を行うものもある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の欠陥検出装置においては、実測により得られた検査情報と、あらかじめ記録されている設計情報とを比較する場合に、設計データ上のバンプ位置やバンプ全体の個数を予め登録する必要があり、したがって、カメラ

の分解能、角度、レンズの歪みなどの情報を正確に知る必要があった。

【0006】また、2次元情報を測定するセンサーと3次元情報を測定するセンサーを別ステーションに設けて検査を行なう場合は、それぞれのセンサーでの位置情報を正しく対応させるために、お互いのセンサー画素位置の補正と校正を行い、画素情報を一致させる必要があった。

【0007】本発明はこのような課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、設計データ上の検査対象位置や検査対象全体の個数を予め登録することなしに、欠陥の検出を高精度に行なうことができる欠陥検出装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、第1の発明に係る欠陥検出装置は、複数の画像測定手段を用いて測定を行うことにより検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置において、前記複数の画像測定手段はそれぞれ、少なくとも一方向に対して所定の規則で配列された複数の検査対象について、各検査対象の検査をする検査手段と、検査がなされた各検査対象の状態と、各検査対象の位置を表わすID情報とを対応付けて記憶する記憶手段とを具備し、前記複数の画像測定手段のそれぞれの検査結果を、各検査対象の位置を表わすID情報に基づいて対応させ、総合的に欠陥を判定する判定手段を有する。

【0009】また、第2の発明に係る欠陥検出装置は、第1の発明に係る欠陥検出装置において、前記複数の画像測定手段はそれぞれに、検査、判定手段を持ち、各検査対象の状態に応じて各検査対象をクラス分けするクラス分け手段を持ち、各検査対象の位置を表すID情報とを対応付けて記憶する。

【0010】また、第3の発明に係る欠陥検出装置は、第1の発明に係る欠陥検出装置において、前記複数の画像測定手段は各々測定のための光学系を有し、各光学系は、前記検査対象に関連して設けられた共通の対物レンズを有する。

【0011】また、第4の発明に係る欠陥検出装置は、第3の発明に係る欠陥検出装置において、前記共通の対物レンズを透過した反射光を、各光源の波長帯域に基づいて分離する分離手段を有し、分離された反射光は前記複数の画像測定手段のそれぞれの検出部に導かれる。

【0012】また、第5の発明に係る欠陥検出装置は、所定の規則で縦及び横方向に配置された複数の検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置であって、所定の方法により複数の検査対象を検索する検索手段と、検索された複数の検査対象から選択された、所定距離離れた2つの検査対象を結ぶ基準線と、検査対象間の距離に関する設計値とに基づいて仮想的な格子線を作成して、この格子線の各交点上に検査対象が存在するか否かにより欠

陥位置を検出する検出手段とを具備する。

【0013】また、第6の発明に係る欠陥検出装置は、所定の規則で縦及び横方向に配置された複数の検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置であって、所定の方法により複数の検査対象を検索する検索手段と、検索された複数の検査対象から選択された、所定距離離れた2つの検査対象を結ぶ基準線と、この基準線長を前記基準線間に存在するバンプの個数-1で割ることにより求めた各検査対象間の距離とに基づいて仮想的な格子線を作成して、この格子線の各交点上に検査対象が存在するか否かにより欠陥位置を検出する検出手段とを具備する。

【0014】また、第7の発明に係る欠陥検出装置は、所定の規則で縦及び横方向に配置された複数の検査対象の欠陥位置を検出する欠陥検出装置であって、所定の方法により複数の検査対象を検索する検索手段と、検索された複数の検査対象から選択された、所定距離離れた2つの検査対象を結ぶ基準線と、検査対象間の距離に関する設計値とに基づいて仮想的な格子線を作成し、各検査対象の位置座標を、この検査対象位置から最も近くに位置する格子線の交点が有する行列番号で置き換え、当該行列番号位置に検査対象が存在するか否かに基づいて欠陥位置を検出する検出手段とを具備する。

【0015】また、第8の発明に係る欠陥検出装置は、第5、6、7の発明のいずれか1つに記載の欠陥検出装置において、前記複数の検査対象が千鳥配列をなして設けられており、この千鳥配列が奇数列／行であるかあるいは偶数列／行であるかに応じて、それぞれ別々に前記仮想格子線を作成して検査対象の欠陥位置を検出する。

【0016】また、第9の発明に係る欠陥検出装置は、第5、6、7の発明のいずれか1つに記載の欠陥検出装置において、前記複数の検査対象が千鳥配列をなして設けられており、前記検出手段が検出する前記格子線の交点として、奇数行に関しては奇数列（又は偶数列）、偶数行に関しては偶数列（又は奇数列）との交点を用いる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0018】（第1実施形態）まず、本発明の第1実施形態を説明する。図1は、本発明が対象とする基板の被検査面10を真上からカメラにより撮像した場合の模式図である。被検査面10上には検査対象バンプ11が行列をなして規則正しく設けられている。

【0019】図2は本発明の第1実施形態を適用したバンプ欠陥検出装置の構成を示すブロック図である。図1に示すような複数のバンプ11が設けられている被検査面10を、カメラなどの入力手段1により被検査面10を撮像して得た画像は粒子解析手段2に転送される。粒子解析手段2では各バンプ11の重心位置の座標、もしくは各バンプ11に対する外接矩形の中心位置の座標

(以下では、これら両座標を総称して位置座標と呼ぶ)が求められる。それに加えてバンプ11の面積、外接矩形の各辺の長さ、直径の平均値などのバンプ11の特徴量を求めてもよい。

【0020】図3は各バンプ11の位置座標(Xで示す位置)を示す図である。位置座標間の距離はピッチサイズあるいは格子定数と呼ばれ、本実施形態では、縦方向のピッチサイズと横方向のピッチサイズに関するデータが図示せぬ記憶手段に登録されている。

【0021】粒子解析手段2で求めた位置座標に関するデータは欠陥検出手段3に転送される。欠陥検出手段3では、粒子解析手段2で求めたデータとバンプ並びのピッチサイズとを基に欠陥判定が行われる。すなわち、欠陥検出手段3内の行列数解析手段3Aでは各バンプ11の位置座標に基づいて被検査面10上に設けられたバンプ11の行数M及び列数Nと、各バンプ11が何行、何列目に位置するかを表す行列番号とが求められる。

【0022】求められたバンプ11の行列数M、N及び各バンプの行列番号は欠損位置算出手段3Bに転送され、欠損位置算出手段3Bはこれらの情報に基づいてバンプ11の欠損位置を求める。結果出力部4は検出された欠損位置に関する情報を出力する。

【0023】以下に上記した欠陥検出手段3の原理について詳細に説明する。まず欠陥検出手段3内の行列数解析手段3Aについて説明する。バンプ11の行数Mと行番号、及び列数Nと列番号を求めるには、まず基準となるバンプを1つ、位置座標が粒子解析手段2によって求められたバンプの中から任意に選びだし、このバンプと、図示せぬ記憶部にあらかじめ登録された横及び縦方向のピッチサイズとを基に解析する。

【0024】まず行数Mと行番号を求める方法について説明する。図4に示すように、基準となるバンプAの位置座標 P_A から半径R、扇形の一辺と水平方向とのなす角度が θ である扇形の検索領域(図4に示す斜線部分)に入る隣のバンプを検索する。この場合角度 θ としては例えば5~10度が用いられる。この検索によりバンプB(位置座標 P_B)が検索される。ここで半径Rの大きさは少なくともあらかじめ登録された横方向のピッチサイズよりも大きいものとする。

【0025】次に、検索されたバンプBを基準にして新たに検索領域を設定し、隣のバンプを検索する。この作業を検索領域中に隣のバンプが検索できなくなるまで繰り返す行い、最後に検索されたバンプをCとする。

【0026】ここで、図4では右方向に検索しているが、同様の方法で左方向にも検索を行い、最後に検索されたバンプをDとする。

【0027】図5はバンプC、Dを求める手順を示すフローチャートである。ここでは、粒子解析手段2によって位置座標が求められたバンプを、 B_1 、 B_2 、…、 B_i 、…、 B_n としたとき、2つのバンプ B_i と B_j 間の

距離を $|B_i B_j|$ とし、これらを結ぶ直線を $B_i B_j$ で表わす。また、ベクトル $B_i B_j$ とX軸とのなす角度を $B_i B_j$ と表わすことにする。

【0028】まず基準となるバンプから右方向に探索する場合について述べる。任意のバンプ B_i を選択し(ステップS1)、この選択したバンプ B_i をAとして記憶する($A=B_i$)(ステップS2)。次に、カウンタkに0を代入(ステップS3)した後、 $|B_i B_j| \leq R$ (R:検索領域の半径)、 $i \neq j$ 、 $-\theta \leq B_i B_j \leq \theta$ の3式を満たす B_j を $j=1 \sim n$ の中から探索する(ステップS4)。この探索により B_j が見つかったかどうかを判断し(ステップS5)、YESの場合にはkをインクリメント(ステップS6)した後、探索した B_j を新たな B_i として(ステップS7)、ステップS4に移行する。ステップS5の判断がNOの場合には $k \geq M$ (M:規定の探索回数)かどうかを判断し(ステップS8)、NOの場合にはAとは異なるバンプ B_i を新たに選択して(ステップS9)、ステップS3に戻る。また、ステップS8の判断がYESの場合には最後に求めた B_j をバンプCとする(ステップS10)。

【0029】続いて基準となるバンプから左方向に探索を行なう場合は、 B_i にAを代入して(ステップS11)、 $|B_i B_j| \leq R$ 、 $i \neq j$ 、 $180 - \theta \leq B_i B_j \leq 180 + \theta$ の3式を満たす B_j を $j=1 \sim n$ の中から探索する(ステップS12)。次にこの探索により B_j が見つかったかどうかを判断し(ステップS13)、YESの場合には B_i に探索した B_j を代入して(ステップS14)、ステップS12に移行する。

【0030】また、ステップS13の判断がNOの場合には最後に求めた B_j をバンプDとして(ステップS15)、本フローを終了する。

【0031】上記のようにしてバンプCとDが求めたら図6に示すようにそれぞれの位置座標 P_C 、 P_D を通る直線CDを求める。図6には基準となるバンプA、左右それぞれの方向で最後に検索されたバンプC、D、及び直線CDが示されている。直線CDが求めたら、各バンプの位置座標Pから直線CDまでの距離dを次式から求める。

【0032】

【数1】

$$d = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

【0033】ここで、a、b、cは次式で表される直線CDの各係数である。

【0034】 $ax + by + c = 0$

次に、求めた距離dが縦方向のピッチサイズの何倍になるかを求め、求めた整数値をそのバンプの行番号とする。たとえば図6において、バンプEの位置座標から直線CDまでの距離はほぼ縦方向のピッチサイズに等しい

ので、バンプEの行番号は1となる。ここで直線CDよりも上にあるバンプに対しては、求めた行番号に-1をかけて負値にする。例えばバンプFの場合、直線CDまでの距離は縦方向のピッチサイズの約2倍に等しく、かつ直線CDよりも上側にあるので、求める行番号は-2となる。負の値を持つ行番号は全バンプの行番号を求めた後に、行番号の最小値を求め、その最小値の絶対値を各バンプの行番号に加えることで0以上の値にすることができる。

【0035】また、バンプの行数Mは、各バンプの行番号の最大値MAX及び最小値MINを求めれば、次式により簡単に計算できる。

【0036】行数 $M = \text{MAX} - \text{MIN} + 1$

図7はバンプの行数Mと各バンプの行番号を求める手順を示すフローチャートである。まずカウンタiに1を代入して(ステップS20)、バンプ B_i から直線CDまでの距離dを求める(ステップS21)。次に、求めた距離dを縦方向のピッチサイズPYで割り算して四捨五入した値をバンプ B_i の行番号とする。ここで、バンプ B_i が直線CDよりも上に存在するかどうかを判断して、上に存在する場合には行番号を負の値にする(ステップS22)。次に、iがnよりも大きいかどうかを判断し(ステップS23)、NOの場合にはiをインクリメント(ステップS24)した後、ステップS21に移行する。

【0037】また、ステップS23の判断がYESの場合には、求めた各バンプの行番号の中の最小値と最大値を求める(ステップS25)。次に、行数=最大値-最小値+1により行数を求める(ステップS26)。次にiに1を代入(ステップS27)した後、求めたバンプ B_i の行番号に|最小値|を加える(ステップS28)。ここで、|・|は絶対値を表わしている。この操作によりバンプ B_i の行番号を正の値にすることができる。

【0038】次に、 $i > n$ かどうかを判断し(ステップS29)、NOの場合にはiをインクリメント(ステップS30)した後、ステップS28に戻り、YESの場合には本フローを終了する。

【0039】以上の方法により、バンプの行数Mと各バンプの行番号を求めることができる。バンプの列数Nと各バンプの列番号についても同様に求めることができるので、ここでの説明は省略する。

【0040】次に、欠陥検出手段3内の欠損位置算出手段3Bについて説明する。欠損位置算出方法としては次の2つの方法がある。第1の方法を図8を用いて説明し、第2の方法を図9を用いて説明する。ここで図8、図9の×印の位置は実測されたバンプの位置座標を示す。また、図8の括弧内のペアで表わされた2つの数値はそれぞれ行番号、列番号を表す。例えば、(1, 2)は行番号が1、列番号が2であることを意味する。ま

た、図9の□印は推定した設計データ上のバンプ位置を示す。

【0041】第1の方法では、行及び列番号の連続性からバンプの状態(良/不良)を判定するものである。例えば、図8のように3行5列でバンプが並んでいた場合を考える。欠損位置を求めるにはまず1行1列目の行列番号(1, 1)がつけられたバンプを検索して、あれば良とし、無ければ不良とする。次に1行2列目の行列番号(1, 2)がつけられたバンプを検索し、あれば良とし、無ければ不良とする。同様にして次々に検索を行う。

【0042】図8において2行2列目の行列番号(2, 2)がつけられたバンプを検索した場合は該当するバンプが存在しないので、2行2列目のバンプは不良として判定することができる。この欠損バンプの位置座標は、欠損バンプの行列番号を基に横及び縦のピッチサイズを整数倍した値を1行1列目のバンプの位置座標(1, 1)に加えることで算出することができる。

【0043】上記した第1の方法によれば、設計データ上のバンプ位置を登録または推定せずにバンプの欠損位置を高速に求めることが可能となる。

【0044】以下に第2の方法について説明する。第2の方法は、設計データ上のバンプ位置を推定し、推定した設計データ上の各バンプ位置の近傍で測定されたバンプを検索してバンプの有無によりバンプの状態(良/不良)を判定するものである。設計データ上のバンプ位置を推定するには、まず左上隅のバンプ位置を推定する。左上隅のバンプは図9に示すように、1行目のバンプのうちあらかじめ登録された距離D以上離れた2点を通る直線100と、1列目のバンプのうちあらかじめ登録された距離D'以上離れた2点を通る直線101との交点を求めることによって推定できる。

【0045】次に推定した左上隅のバンプ位置から直線100に沿って右方向に横方向のピッチサイズ分だけ離れた位置を1行2列目のバンプ位置として推定する。これを列数N分だけ繰り返して、1行目の設計データ上のバンプ位置を推定する。2行目は左上隅のバンプ位置から直線101に沿って縦方向のピッチサイズ分だけ離れた位置を2行1列目とし、1行目と同様にして2行目のバンプ位置を推定する。以上のことを繰り返し、M行N列のバンプ位置すべてを推定する。

【0046】図10は設計データ上のバンプ位置を推定する手順を示すフローチャートである。まず、1番上の行に存在するバンプを2つ検索して、これらを結ぶ直線100を求める(ステップS30)。同様にして、1番左の列に存在するバンプを2つ検索し、これらを結ぶ直線101を求める(ステップS31)。次に、求めた直線100と直線101の交点Aを求める(ステップS32)。

【0047】次にカウンタi、jに0を代入(ステップ

S33) した後、交点Aから直線100と平行な方向に $j \times PX$ 、直線101と平行な方向に $i \times PY$ だけ離れた位置を求める設計データ上のバンパ位置を A_{ij} とする (ステップS34)。ここで、 PX は縦方向のピッチサイズ、 PY は横方向のピッチサイズである。また、 A_{ij} における i は行を表わし、 j は列を表わす。

【0048】次に、 j をインクリメント (ステップS35) した後、 $j \geq NX$ かどうかを判断し (ステップS36)、NOの場合にはステップS34に戻る。ここで、 NX は行列数解析手段3Aにより求められた列数である。次に、 i をインクリメント (ステップS37) した後、 $i \geq NY$ かどうかを判断し (ステップS38)、NOの場合には j に0を代入して (ステップS39)、ステップS34に戻る。ここで、 NY は行列数解析手段3Aにより求められた行数である。また、ステップS38の判断がYESの場合には本フローを終了する。

【0049】なお、直線100 (または直線101) は、1行目 (または1列目) のバンパを全て列挙し、それらバンパの位置座標から最小二乗直線を求めて、それを直線100 (または直線101) としてもよい。

【0050】以上の方法によれば、2本の直線の交点を基準にして、縦及び横方向のピッチサイズを基に設計データ上のバンパ位置を推定できるので、左上隅のバンパが欠損になっていた場合や設計データ上もともと無い場合でも、正しく設計データ上のバンパ位置を推定することができる。また、設計上、あらかじめ格子規則上にバンパ (突起物) が存在しない場合は、欠陥検出手段に対して、あらかじめ欠落している位置の行列番号を登録しておく。上述の第1、第2実施形態にしたがって、計測した画像から格子配列を推定し、あらかじめ欠落している行列番号に関しては例外的に、検査判定は行わないようにする。

【0051】次に欠損位置の判定を行なう。欠損位置の判定は推定した設計データ上の各バンパの位置座標の近傍で実測されたバンパを検索し、無かった場合には不良とすることで判定できる。欠損位置の座標は推定した設計データ上のバンパの位置座標となる。

【0052】図11は欠損位置判定の手順を示すフローチャートである。まず、カウンタ i 、 j に0を代入する (ステップS40、S41)。次に、設計データ上のバンパ A_{ij} から半径 r (r の大きさは縦及び横方向のピッチサイズよりも小さい) 内に存在するバンパ B_k を (B_1 、 B_2 、 \dots 、 B_n) の中から検索する (ステップS42)。次に、バンパ B_k が見つかったかどうかを判断し (ステップS43)、NOの場合にはバンパ A_{ij} は欠損位置であると判定 (ステップS46) した後ステップS44に進む。また、ステップS43の判断がYESの場合には直ちにステップS43に進む。

【0053】ステップS43では $j < NX$ かどうかを判断し (ステップS44)、YESの場合には j をインク

リメント (ステップS45) した後、ステップS42に戻る。また、ステップS44の判断がNOの場合には $i < NY$ かどうかを判断し (ステップS47)、YESの場合には i をインクリメント (ステップS48) した後、ステップS41に戻る。また、ステップS47の判断がNOの場合には本フローを終了する。

【0054】このようにして欠陥位置が判定されたバンパは、その状態と各バンパの位置を表わす行列番号とが対応付けられて図示せぬ記憶手段に記憶される。

【0055】上記した第2の手段によれば、設計データ上のバンパ位置を推定し、その位置の周りで対応する実測されたバンパを検索するので、たとえ各バンパの行列番号を計算する時に間違えた場合でも、左上隅のバンパ位置と、直線100と101を間違えなければ正しく欠損位置を求めることが可能となる。

【0056】以上、上記した第1実施形態によれば、実測されたバンパの位置座標と、あらかじめ登録された縦または横方向のピッチサイズのみから、バンパの欠損位置を求めることができるので、設計データ上のバンパ位置やバンパ全体の個数をあらかじめ登録することなしに欠陥検出を非常に高精度で行なうことができる。

【0057】また、ほかの検査装置により同じ検査対象品を検査した結果と本装置による結果とを照合する場合、普通何らかの方法で両方の座標をあわせるようにマッチングを行なう必要があるが、行列番号を使用すればマッチングの必要がなく正確な照合が可能となる。

【0058】以下に上記した第1実施形態の変形例を説明する。上記した説明では図1に示すように、バンパが格子状に配列されている場合を想定したが、図12に示すように、バンパが千鳥配列で設けられている場合がある。このような千鳥配列をもつバンパの欠損位置を判定するには以下の2つの方法がある。

【0059】第1の方法は図13に示すように、奇数行及び奇数列にあるバンパを直線で結んでできる格子枠 (図13の実線) と、偶数行及び偶数列にあるバンパを直線で結んでできる格子枠 (図13の点線) とをそれぞれ求め、各格子枠の交点から格子位置を推定する方法である。

【0060】また、第2の方法は図14のように、各行及び各列のバンパを直線で結んで格子枠を作成し、奇数行にある格子位置を推定するときには奇数列にある交点のみを求め、偶数行にある格子位置を推定するには偶数列にある交点のみを求めるようにすればよい。また、バンパが図15に示すような形態 (左上隅にバンパを有していない) で配置されている場合でも、奇数行は偶数列を、偶数行には奇数列を対応させて格子枠を求めることによって同様に格子位置を推定することができる。

【0061】(第2実施形態) 以下に本発明の第2実施形態を説明する。第1実施形態では縦または横方向の正確なピッチサイズがあらかじめ登録されていることを前

提にしたが、縦および横方向の正確なピッチサイズは、予め与えなくても行列数解析手段3Aにより求めることができる。すなわち、行列数解析手段3Aにおいて、第1実施形態と同様の方法で直線CDを求める。このとき、図4における扇形の半径Rはピッチサイズとは別に任意に与えられる。次にバンプC、D間の距離を、バンプC、D間に存在するバンプの個数-1で割り算することでバンプ間の距離(平均距離)を求める。この平均距離が求める横方向のピッチサイズとなる。同様にして縦方向のピッチサイズも求めることも可能である。

【0062】横および縦方向のピッチサイズが求まった後は、第1実施形態と同様の方法で行数と行番号、および列数と列番号を求めることができる。

【0063】上記した第2実施形態によれば、検査対象ごとに正確なバンプのピッチサイズを登録しておく煩わしさはなく、単一の設定(図4における扇形の半径Rの設定)の許容範囲内で多種類の検査対象に対応できる。また、撮像系の固体差によるピッチサイズのずれもないので、同じ設定の許容範囲内で、多種類の撮像系に対応できる。

【0064】(第3実施形態)以下に本発明の第3実施形態を説明する。第3実施形態では、本実施形態のバンプ欠陥検出装置を、二次元測定手段(二次元形状測定手段)と三次元測定手段(三次元形状測定手段)とを組み合わせた測定システムに適用し、これら測定手段による測定結果を総合判定して不良バンプ位置を検出するものである。

【0065】まず、本実施形態の測定システムについて述べる。図16は本測定システムの機能ブロック図である。光学系として、リング照明光源50、リング照明51、対物レンズ52、レーザ光源53、さらに波長分離手段としてのダイクロイックミラー61などを備えている。これらの光学系については後で詳細に述べる。

【0066】二次元測定手段は、試料(ここではバンプ)に対して全周囲方向から、試料面に対して平行に近い角度から投影された拡散光の反射像を得る手段である。この反射像は第1の検出部54で検出される。第1の欠陥判定手段55は、反射像に含まれる形状の特徴から欠陥位置を判定する。第1のテーブル作成部56は、前記第1及び第2の実施形態で示した格子の推定により不良バンプ位置についてのテーブルを作成する。

【0067】また、三次元測定手段は、バンプが形成された基板、または電子部品等の試料に対して、例えばレーザを走査する方式で三角測量の原理により試料の高さと反射光の強度分布に関するデータを得る手段である。このデータは第2の検出部57で検出される。第2の欠陥判定手段58は、この高さや反射光強度データにより欠陥を判定する。第2のテーブル作成部59は、前記第1及び第2の実施形態で示した格子の推定により不良バンプ位置についてのテーブルを作成する。総合判定手段

60は、第1のテーブル作成部56で作成された不良バンプ位置と、第2のテーブル作成部59で作成された不良バンプ位置との照合により欠陥を総合的に判定する。

【0068】図17は図16に示す光学系の構成を詳細に示す図である。図17において、検査対象としてのバンプ71が基板70上に設けられている。この状態で、リング照明72によりバンプ71が照明される。同時に、レーザダイオード81からの測定光はコリメータ79によって平行光とされ、偏光ビームスプリッタ(PBS)78と1/4波長板84を透過した後、ガルバノミラー80により反射され、ダイクロイックミラー77を透過した後、対物レンズ73によってこの対物レンズ73の瞳径と焦点距離で決まるNAの収束光として、バンプ71が設けられた基板70表面の任意の位置に照射される。

【0069】バンプ71から反射された光は、対物レンズ73を透過した後、ダイクロイックミラー77により波長分離され、一方の波長の光は反射ミラー74により反射された後、結像レンズ75によりラインイメージセンサ76(図16の第1の検出部54に対応)上に集光される。

【0070】また、ダイクロイックミラー77により波長分離された他方の波長の光はガルバノミラー80で反射された後、1/4波長板84を透過し、PBS78により反射されて、絞り82により制限された後、レンズ83によって焦点面に集光される。このレンズ83を通過した光は、無限系に設計されたリレーレンズ85を通過し、所定の角度をもたせて配置された一対のミラー88、89によりそれぞれ反射される。ミラー88により反射された光はミラー87によりさらに反射されて結像レンズ90により光位置検出素子(PSD)91(図16の第2の検出部57に対応)上に集光される。同様にして、ミラー89により反射された光はミラー86によりさらに反射されて結像レンズ92によりもう一つの光位置検出素子(PSD)93上に集光される。

【0071】上記した構成において、対物レンズ73から、ダイクロイックミラー77、反射ミラー74、結像レンズ75を介してラインイメージセンサ76に至る光路は二次元測定手段の光学系を構成する。また、対物レンズ73から、ダイクロイックミラー77、ガルバノミラー80、1/4波長板84、PBS78、絞り82を介してPSD91、93に至る光路は、三次元測定手段の光学系を構成する。

【0072】図18は本発明の第3実施形態を適用したバンプ欠陥検出装置の構成を示すブロック図である。図18のブロック図は図2のブロック図にクラス分け手段3Cを追加したものである。

【0073】図18において、三次元形状のデータを入力手段1から入力すると、対象物の高さ分布および明るさ分布が二次元画像データとして粒子解析手段2に転送

される。粒子解析手段2では、各バンプの位置座標として、各バンプの重心位置の座標、もしくは外接矩形の中心位置が求められる。それに加えて面積、濃淡情報（または高さの分布情報）、外接矩形の各辺の長さ、直径の平均値などバンプの特徴量を求めてもよい。粒子解析手段2で求めた位置座標データは欠陥検出手段3に転送される。

【0074】欠陥検出手段3では、与えられたデータを基に欠陥判定が行われる。上記した第1及び第2実施形態に示した方法で実測により、バンプの並びの格子を推定してバンプが並んでいるサンプルの何行、何列目にバンプの欠陥があるかについての情報を取得する。

【0075】すなわち、欠陥検出手段3内の行列数解析手段3Aでは、各バンプの位置座標から被検査面上に設けられたバンプの行数M及び列数Nが求められ、さらに各バンプが何行、何列目に位置するかを表す行列番号が求められる。求められた行列数及び各バンプの行列番号は欠損位置算出手段3Bに転送されてバンプの欠損位置が求められる。

【0076】クラス分け手段3Cでは、欠損位置算出手段3Bにおいて良と判定されたバンプの面積、外接矩形の各辺の長さ、直径の平均値など各バンプの特徴量のうちいずれか1つまたは複数の値と、あらかじめ登録された各特徴量の良品バンプの限界値とを比較し、各バンプの特徴量が良品の限界値より小さいか、または大きかった場合には不良と判定し、限界値との差の程度によって不良バンプのクラス分けを行なう。

【0077】以下に、各バンプの面積を指標として上記したクラス分け手段3Cについて詳細に説明する。ここでは、不良バンプをクラス0からクラスnに分類することを考える。例えば、クラス番号が大きくなるほど良品に近い不良とすることにする。まず、欠損位置算出手段3Bにおいて欠損と判定されたバンプを最も不良とされるクラス0に分類する。次に粒子解析手段2において算出しておいた各バンプの特徴量（面積、外接矩形の各辺の長さ、直径の平均値など）が、あらかじめ登録しておいた各特徴量の良品バンプの限界値より小さいか、または大きかったものを不良と判定する。

【0078】この時、限界値からの差の程度によってクラス分けをする。例えば、面積を使ってバンプの良・不良を判定する場合、図19のように限界値からの差が0より大きくかつT1以下のバンプはクラス3の不良と判定し、T1より大きくT2以下のバンプをクラス2の不良と判定し、T2よりも大きいバンプをクラス1の不良と判定することにより、欠陥のクラス分けが可能となる。図19においてT1、T2はあらかじめ登録しておいたしきい値である。

【0079】上記した第3実施形態によれば、欠陥をクラス分けして出力するので、ほかの検査装置で同じ検査対象品を検査した結果と照合する場合に、欠陥のクラス

情報を基により正確な欠陥判定が可能となる。

【0080】これに対して、高さの計測の場合は、指標として、たとえばバンプの高さの平均値、あるいは最小自乗法による平面の計算を行い、各バンプの高さがそこからどの程度乖離しているかによって前述と同様にクラス分けの計算を行う。

【0081】以下では、図16に示すような2つの測定装置での各々の欠陥のクラス分けの情報を統合して、より多種のクラス分けを行う方法を示す。すなわち、A-1：バンプの高さがきわめて他と異なる、A-2：バンプの高さが中程度に他と異なる、A-3：バンプの高さがわずかに他と異なる、A-4：バンプ頂点付近の反射像形状に異常がある、A-5：高さ、反射像の面積がともに正常な範囲にある、などのクラス分けをし、これらのクラスに振り分けられたバンプが推定した格子の何行、何列目にあるかを記録する。記録媒体としては、メモリ、ハードディスク、光磁気ディスク、磁気ディスクなどの媒体がある。

【0082】同様にして、二次元形状のデータを入力手段1から入力すると、二次元形状に関する画像データが粒子解析手段2に転送される。粒子解析手段2はこの画像データから明るさに基づいて2値化したバンプの画像の面積、半径などから形状の欠陥を判断する。そして、前述の三次元測定と同様に欠陥の程度により、B-1：バンプが完全に欠損している、B-2：全バンプの平均の面積より少ない面積である、B-3：バンプの像の面積は正常な範囲にある、などにクラス分けをする。

【0083】このときも第1、2実施形態において示したように、実測のバンプの並びから格子を推定し、クラス分けしたバンプが格子のどの位置にあるかを記録する。この様にして、三次元、および二次元形状を測定して欠陥を判定した結果は、推定した格子の位置を基準として保存されているのでそれぞれの撮像系の分解能、角度、アスペクト比、収差、像の湾曲などに影響されることなく、同一のバンプの形状の欠陥についての情報をお互いに比較することができる。

【0084】ここで、前述のA-1、A-2、A-3、A-4、A-5、B-1、B-2、B-3で分類されたバンプはたとえば図20に示すように15のクラスに分類される。さらにあらかじめ設定した基準で総合判定し、欠陥のバンプと正常なバンプに最終的に分類する。

【0085】図21は上記した第3実施形態に係るバンプの良否判定手順を要約したフローチャートである。まず三次元測定手段について説明する。最初に三次元形状入力手段から検査対象の画像データを入力する（ステップS51）。次に、検査対象の高さ分布および明るさ分布に基づいて粒子解析の手法により、各バンプのクラス分けをする（ステップS52）。次に、測定したバンプの画像から格子を推定する（ステップS53）。次に、クラス分けしたバンプの位置を格子の位置として記録す

る(ステップS54)。

【0086】次に二次元測定手段について説明する。最初に二次元形状入力手段から二次元形状データとしての画像データを入力する(ステップS55)。次に、二次元画像データから形状粒子解析の手法により、各バンプのクラス分けをする(ステップS56)。次に、測定したバンプの画像から格子を推定する(ステップS57)。次に、クラス分けしたバンプの位置を格子の位置として記録する(ステップS58)。

【0087】最後に総合判定手段により、求められた各々の格子位置のバンプが、三次元及び二次元測定手段の粒子解析によりどのようにクラス分けされたかを比較することにより最終的に良否判定を行ない(ステップS59)、良否判定結果を出力する(ステップS60)。

【0088】(第4実施形態)以下に本発明の第4実施形態を説明する。第4実施形態では、前述の図4、図5と同様な手段により、少なくとも1方向について規則的に配設している複数の検査対象(バンプ)に対して、各検査対象ごとにその位置を表わすID情報を算出することを特徴とする。図22はそのような検査対象としてのバンプ100の配列を模式的に示している。この配列のバンプ100は横方向においては所定の横ピッチ103で直線をなして配置されているが、縦方向については所定の縦ピッチ102で不規則に配置されている。なお、本実施形態の構成は第3実施形態と同様である(図16参照)。

【0089】図23は、第4実施形態の作用を説明するためのフローチャートである。以下に図23を参照して本実施形態の作用を説明する。図22に示すような配列でバンプが形成された基板または電子部品等の試料に対して、レーザを走査する方式で三角測定の原理により試料の高さと反射光の強度分布を得る手段(三次元計測手段)と、検査対象に対して全周囲方向から、試料面に対して平行に近い角度から投影された拡散光の反射像を得る手段(二次元計測手段)を用いて画像データを得て入力する(ステップS101、S105)。

【0090】次に粒子解析手段では、各バンプの重心位置の座標、もしくは外接矩形の中心位置が最低でも求められ(以下両方を総称して位置座標と呼ぶ)、それに加えて面積、濃淡情報(または高さの分布情報)、外接矩形の各辺の長さ、直径の平均値などのバンプの特徴量が求められる。これらのデータを用いて粒子解析の手法により、各バンプのクラス分けを行う(ステップS102、S106)。粒子解析手段で求めたデータは欠陥検出手段に転送され、このデータに基づいて欠陥判定が行われる。

【0091】まず、検査対象の配列番号を図4及び図5に示した手段により算出する(ステップS103、S107)。図22に示した検査対象では、水平方向の基準線101を求め、各バンプ100の基準線101からの

縦方向距離を第1実施形態で用いた距離を求める以下の計算式により計算する。

【0092】

【数2】

$$d = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

【0093】予め設定した縦方向のピッチ102により、各バンプ100が何行目に帰属するのかを計算する。次に、各行に帰属したバンプ100の縦方向位置の順列を計算する。各バンプ100が何行目の何番目に位置するのかを計算してこれを位置を表わすID情報とする(図24)。前述の粒子解析手段によって求めた各バンプの特徴量をID情報と関連付けて管理する(ステップS104、S108)。

【0094】これ以下のデータの利用方法、複数の計測手段による測定結果の照合による良否判定の方法は第3実施形態と同様である(ステップS109、S110)。

【0095】なお、検査対象の配列が複雑であり、元来欠損している位置を有している等により付加的な情報を必要とする場合は、配列の計算手段において、テーチング(標準試料を計測する等の方法で欠損のある位置を予め登録する作業)等の手法を用いて欠損位置(欠落部)の登録を画像データ入力の前に行っておけばよい(ステップS100)。

【0096】

【発明の効果】本発明によれば、測定した検査対象の画像データを用いて、各測定対象の位置座標から推定される理想的な格子および格子の間隔を生成するようにしたので、設計データ上の検査対象位置や検査対象全体の個数を予め登録することなしに、欠陥の検出を高精度に行なうことができる。また、カメラの分解能、角度、レンズの歪みなどが異なっても、その測定系における、理想的な格子を直ちにつくることができる。

【0097】また、2次元形状情報と3次元形状情報を異なるセンサーで測定している場合においても、それぞれの画素分解能、傾き、像面の歪みなどが異なっても、それらを補正、校正することなく、直接、測定対象の位置により推定される格子の位置情報をもとに、それぞれの画像解析の結果を比較・対応させて、統合的に検査対象の欠陥などの情報を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が対象とする被検査面10を真上からカメラにより撮像した場合の模式図である。

【図2】本発明の第1実施形態を適用したバンプ欠陥検出装置の構成を示すブロック図である。

【図3】各バンプ11の位置座標を示す図である。

【図4】基準となるバンプAの位置座標P_Aから扇形の検索領域に入る隣のバンプを検索する手順を説明するた

めの図である。

【図5】バンプC、Dを求める手順を示すフローチャートである。

【図6】バンプCとDから直線CDを求め、各バンプの位置座標Pから直線CDまでの距離dを求める手順を説明するための図である。

【図7】バンプの行数Mと各バンプの行番号を求める手順を示すフローチャートである。

【図8】欠損位置算出方法の第1の方法を説明するための図である。

【図9】欠損位置算出方法の第2の方法を説明するための図である。

【図10】設計データ上のバンプ位置を推定する手順を示すフローチャートである。

【図11】欠損位置判定の手順を示すフローチャートである。

【図12】第1実施形態の変形例として、バンプが千鳥配列された例を示す図である。

【図13】千鳥配列のバンプの欠損位置を判定する第1の方法を説明するための図である。

【図14】千鳥配列のバンプの欠損位置を判定する第2の方法を説明するための図である。

【図15】千鳥配列の変形例を示す図である。

【図16】二次元測定手段と三次元測定手段とを組み合わせた測定システムの機能ブロック図である。

【図17】図16に示す測定システムの光学系の構成を示す図である。

【図18】本発明の第3実施形態を適用したバンプ欠陥検出装置の構成を示すブロック図である。

【図19】第3実施形態におけるクラス分けの方法について説明するための図である。

【図20】バンプが欠損の度合いに応じてクラス分けされたようすを示す図である。

【図21】第3実施形態に係るバンプの良否判定手順を要約したフローチャートである。

【図22】本発明の第4実施形態における検査対象としてはんだバンプの配列を模式的に示す図である。

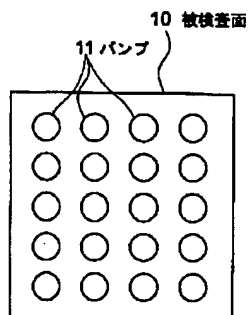
【図23】第4実施形態の作用を説明するためのフローチャートである。

【図24】各バンプの配列位置をID情報で表わした図である。

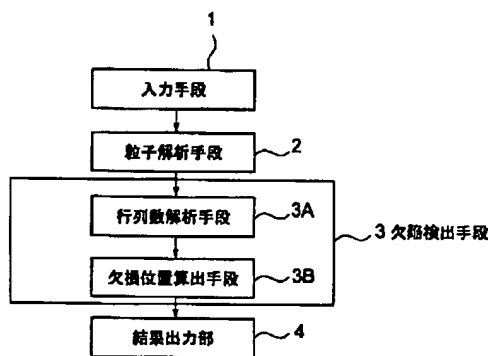
【符号の説明】

- 1…入力手段、
- 2…粒子解析手段、
- 3…欠陥検出手段、
- 3A…行列数解析手段、
- 3B…欠陥位置算出手段、
- 3C…クラス分け手段、
- 4…結果出力部、
- 50…リング照明光源、
- 51…リング照明、
- 52…対物レンズ、
- 53…レーザ光源、
- 54…第1の検出部、
- 55…第1の欠陥判定手段、
- 56…第1のテーブル作成部、
- 57…第2の検出部、
- 58…第2の欠陥判定手段、
- 59…第2のテーブル作成部、
- 60…総合判定手段、
- 61…ダイクロイックミラー。

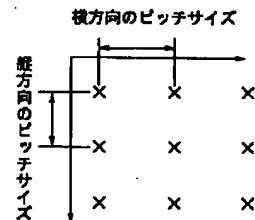
【図1】



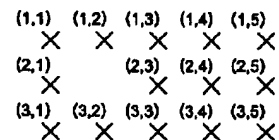
【図2】



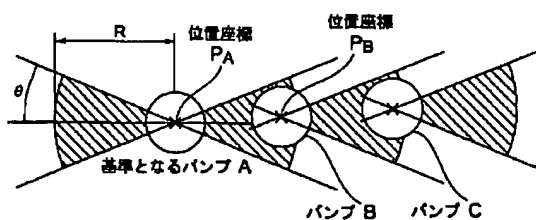
【図3】



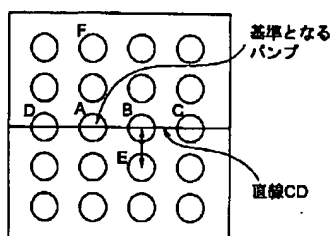
【図8】



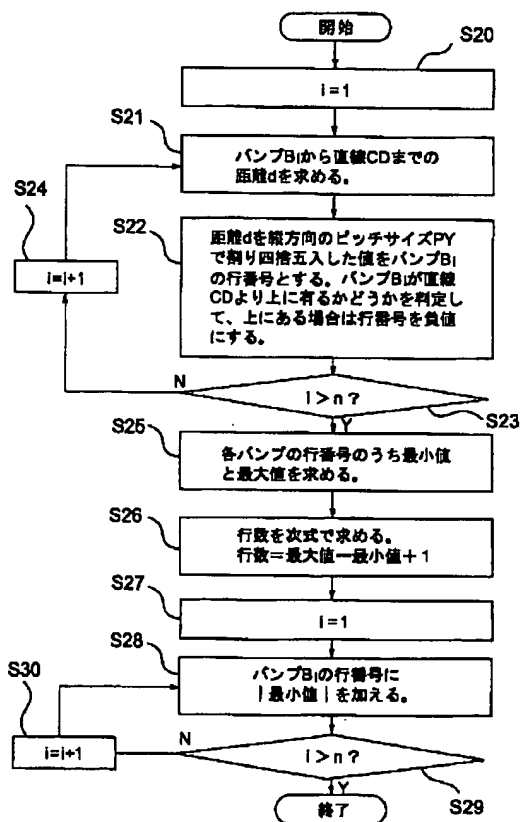
【図4】



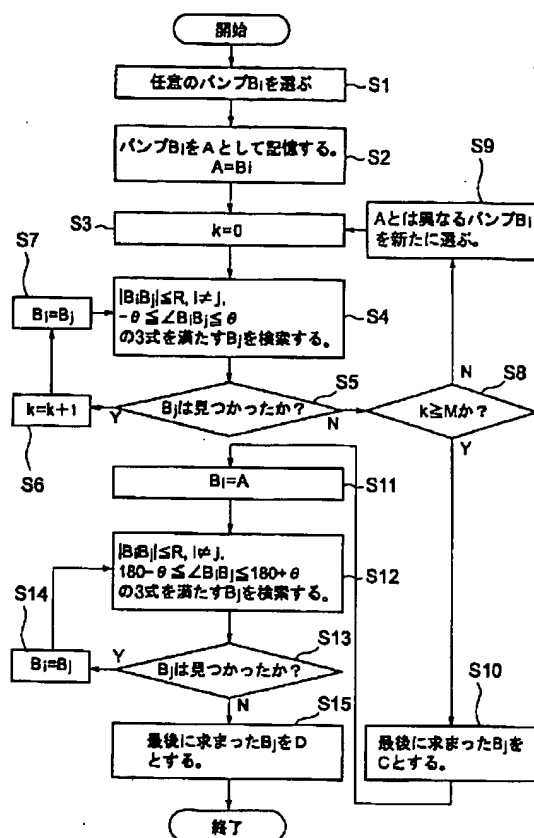
【图6】



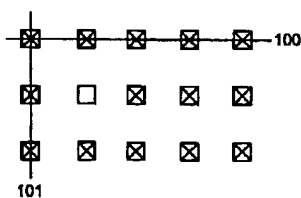
【図7】



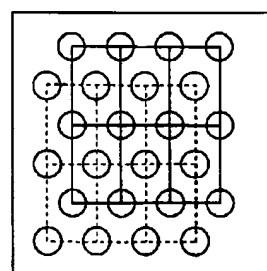
【図5】



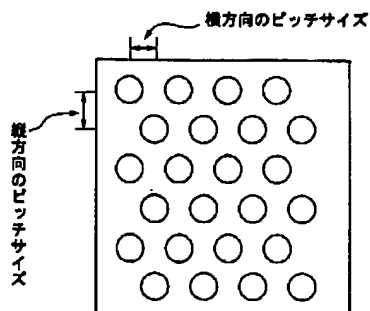
【図9】



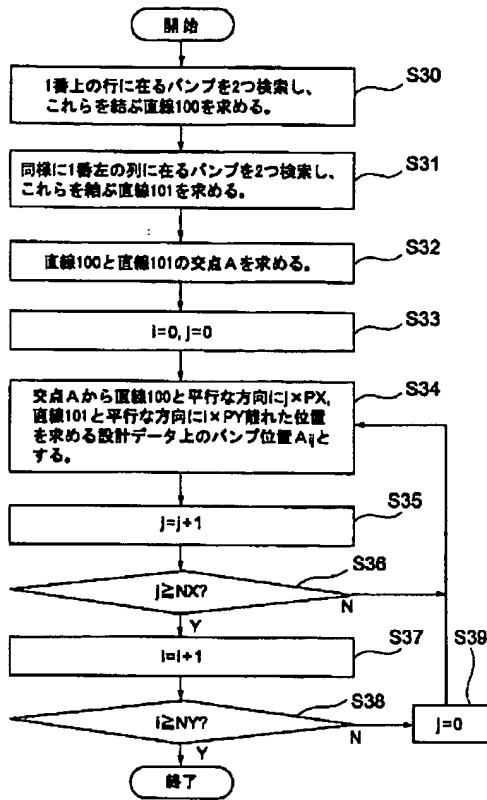
【例 15】



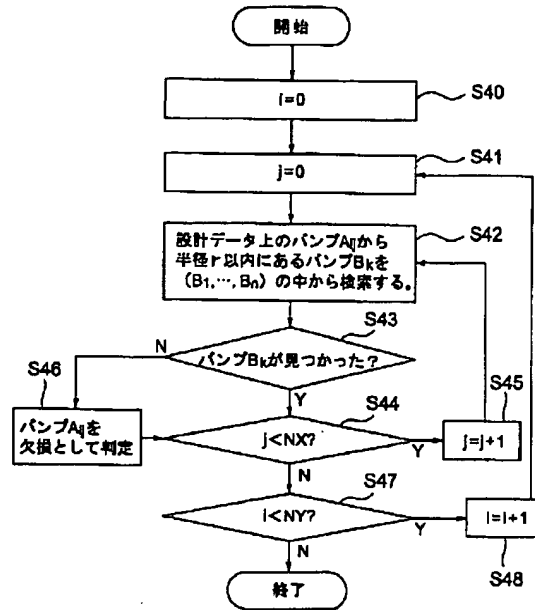
【図 12】



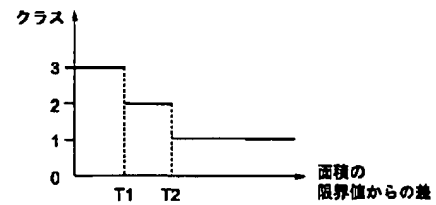
【図10】



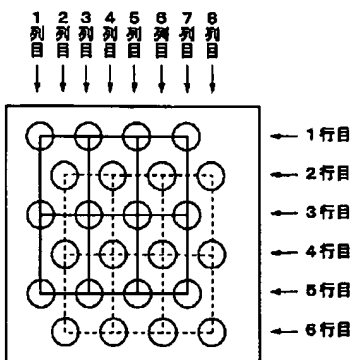
【図11】



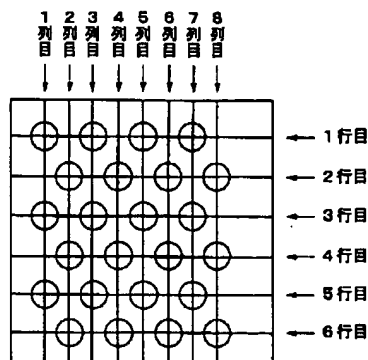
【図19】



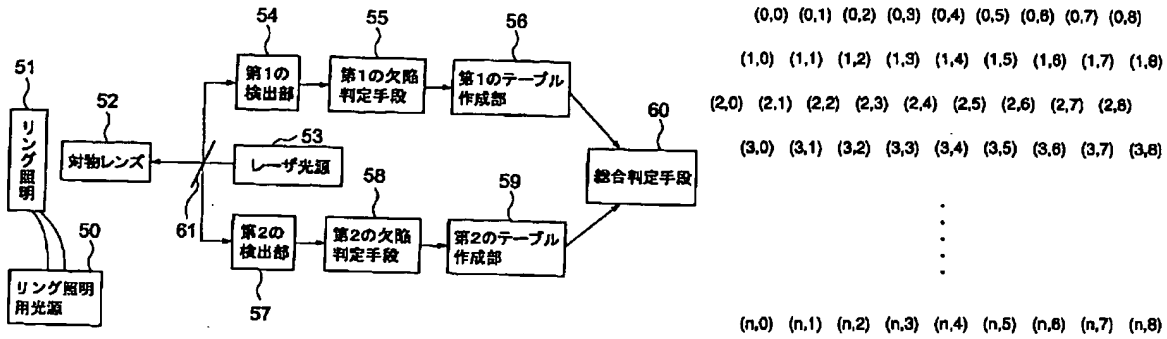
【図13】



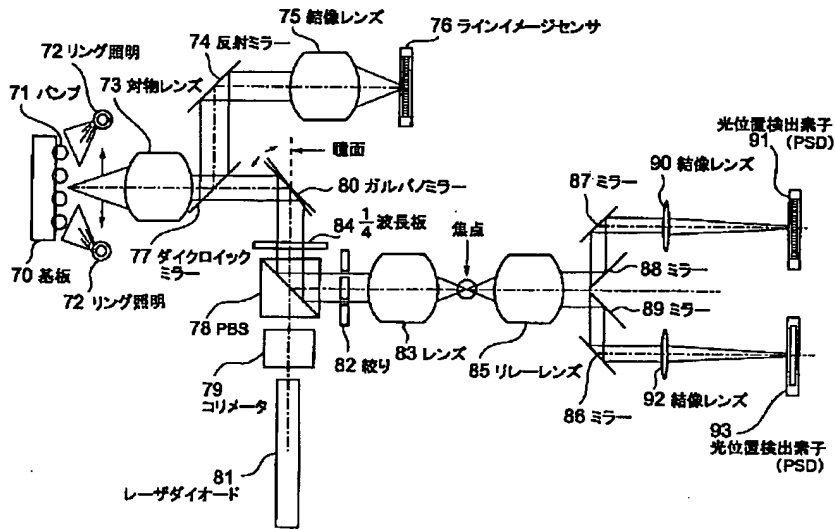
【図14】



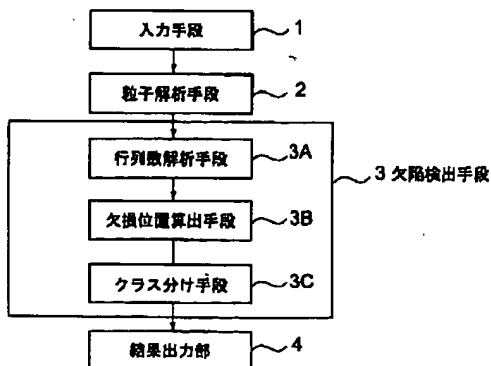
【図24】



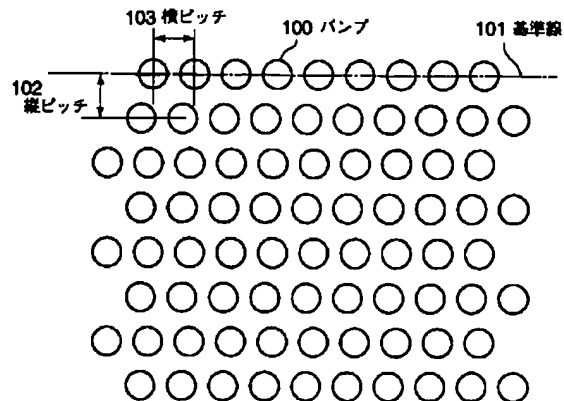
【図17】



【図18】



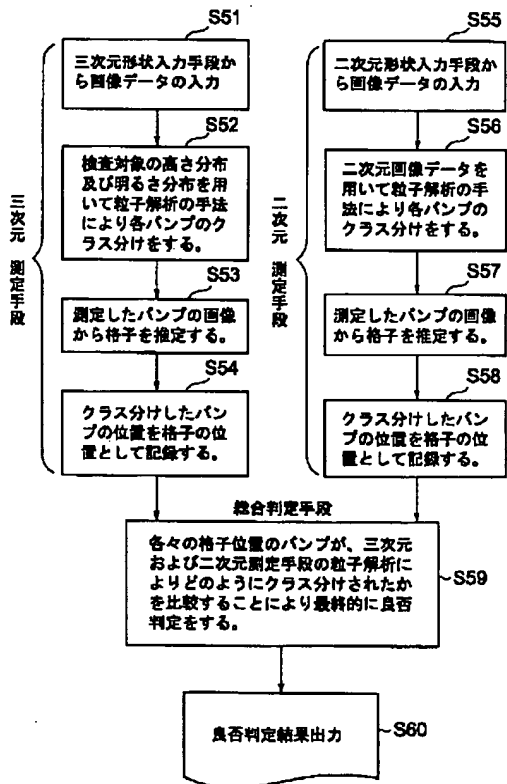
【図22】



【図20】

三次元測定 二次元測定	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
B-1	クラス1 欠陥	クラス2 欠陥	クラス3 欠陥	クラス4 欠陥	クラス5 欠陥
B-2	クラス6 欠陥	クラス7 欠陥	クラス8 正常	クラス9 欠陥	クラス10 正常
B-3	クラス11 欠陥	クラス12 正常	クラス13 正常	クラス14 正常	クラス15 正常

【図21】



【図23】

